



Centro Universitário de Brasília - UNICEUB
Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS
Curso de Engenharia Civil

RAIANE PASSOS DE OLIVIERA VIEIRA

**LEVANTAMENTO DE SERVIÇOS PARA O MELHOR DESEMPENHO
DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO PLANO PILOTO –
ETA BRASÍLIA**

Brasília-DF
2018

RAIANE PASSOS DE OLIVEIRA VIEIRA

**LEVANTAMENTO DE SERVIÇOS PARA MELHOR DESEMPENHO DA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO PLANO PILOTO – ETA
BRASÍLIA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Centro Universitário de
Brasília (UniCEUB), como requisito para
obtenção do título de graduação em
Engenharia Civil

Orientadora: Prof. Rogério Pinheiro
Magalhães Carvalho, D. Sc.

Brasília-DF

2018

RAIANE PASSOS DE OLIVEIRA VIEIRA

**LEVANTAMENTO DE SERVIÇOS PARA MELHOR DESEMPENHO DA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO PLANO PILOTO – ETA
BRASÍLIA**

Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Brasília (UniCEUB), como
requisito para obtenção do título de
graduação em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Rogério Pinheiro
Magalhães Carvalho, D. Sc.

Brasília-DF, 08 de Agosto de 2018

Banca Examinadora

Prof. Dr. Rogério Pinheiro Magalhães Carvalho
Orientador

Prof. Ms. Jocinez Nogueira Lima
Examinador interno

Prof.^a Ms. Erika Regina Castro
Examinador interno

Ao meu Deus eu dedico este trabalho, o qual me ama todos os dias, mesmo com meus defeitos. Dedico a vocês Áquila Novais, meu amor, e Ana Júlia, minha filha, tudo isso foi por vocês e é para vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois o amor Dele que me sustenta, Ele quem me deu forças, mesmo quando eu achava que já não havia mais para prosseguir. E NELE eu confiei, e aqui estou. Agradeço a Ele também por ter colocado pessoas que foram anjos em minha vida que me ajudaram nessa longa caminhada.

A esses anjos, eu agradeço pelo companheirismo, auxílio, paciência e perseverança que tiveram comigo, estou aqui graças a cada um de vocês.

Áquila Novais Vieira meu esposo, amigo e companheiro de todas as horas, ele depositou em mim toda confiança, ele quem acreditou no meu potencial, mais do que eu mesma acreditaria, se anulou por mim e por meu sonho, que se tornou nosso sonho. Obrigada por me ouvir, me acalmar ao chorar e me fazer feliz a cada segundo vivido. Desculpe pelas vezes que fraquejei, mas você nunca me abandonou e sim me ajudou a levantar e prosseguir. Nesses anos de amizade e amor, me fez e faz feliz a cada dia que passa, acreditando que o amor existe e que *“O amor é paciente, o amor é bondoso. Não inveja, não se vangloria não se orgulha. Não maltrata, não procura seus interesses, não se ira facilmente, não guarda rancor. O amor não se alegra com injustiça, mas se alegra com verdade. Tudo sofre tudo crê, tudo espera, tudo suporta.”* 1 Coríntios 13:4-7. Obrigada por cada gesto de amor, eu amo você.

Agradeço a minha filha Ana Júlia Passos Vieira por cada sorriso, cada palavra de carinho, e afeto ao qual sempre me motivava a prosseguir, peço perdão pelos momentos de ausência. Durante esse trajeto ela me ensinou que apesar da dificuldade ou cansaço do dia, sempre devemos sorrir e agradecer a Deus, pois quando ELE está à frente, tudo vai bem. Por ela cada dia que acordei cedo ou dormir tarde, por ela cada dia que chorei por não ter conseguido, mas foi por ela que sorri por ter alcançado algo difícil para mim. A ela cada vitória alcançada. Pois tudo isso foi por ela e para ela.

A Minha avó Maria Socorro Passos por ter me instruído e me dado todo suporte emocional e maternal que eu precisei durante toda a vida, por cada dia que passamos juntas, por cada momento de cumplicidade, por cada abraço dado em momento de dor, por cada gesto de amor.

Aos meus pais, Sirlene Passos e Armino Porto, por me educarem e terem me amado ao longo da vida, pelo amor ao qual trabalhavam para nos dar o melhor, a mim e meu irmão. Ao meu Pai Armino Porto e meu avô *Germão Joaquim Cardoso (in memoriam)* agradeço pela inspiração na área da construção civil, grandes Mestres de obras que começaram lá de baixo, mas que deixaram um legado para as gerações seguintes, tenho muito orgulho de vocês e de seus trabalhos realizados.

As minhas amigas que não desistiram de mim e que me auxiliaram em todos os momentos a cada dia desse trajeto difícil, Deus as colocou no meu caminho para que juntas não desistíssemos do nosso tão lindo sonho. Raila Grazielle e Lorena Souto, sabemos o quão difícil foi, mas conseguimos. Agradeço a vocês por me darem suporte no momento em que a lágrima rolava. A cada sorriso nos momentos de felicidade e a cada consolo nos momentos difíceis, vocês sabem bem o que passamos para chegar até aqui, mas juntas descobrimos que não era impossível. Obrigada amigas, o céu é o limite para nós. Ao meu amigo Henrique Nascimento, que mesmo estando longe se propôs a me ajudar em minhas dificuldades, e podemos afirmar que a distância não muda a amizade, e ao meu amigo Jean Mendes eu o agradeço por todos os dias ao qual sempre me fez rir, por cada auxílio, e por estar sempre torcendo por meu sucesso.

Ao meu coordenador Rogério Pinheiro Magalhães Carvalho eu agradeço por aceitar meu convite e por me auxiliar, saiba que para mim o senhor é um exemplo de profissional, a cada aula ministrada isso ficava nítido. Ao meu coordenador Jocinez Nogueira que sempre se dispôs a me auxiliar com amor e sabedoria e que sempre dá o suporte necessário para o crescimento de todos os seus alunos. A minha coordenadora Erika Regina Castro, agradeço pela paciência e por sempre estar a postos para me auxiliar, para conversar, para dar bronca se preciso, para rir ou até mesmo para me dar um abraço, você para mim é um exemplo de mulher, engenheira, mãe e amiga, sou grata a Deus por você ter entrado em minha vida. O meu muito obrigada a vocês, que se tornaram mais que professores ou coordenadores, e sim amigos.

Ao corpo docente e todos funcionários do Centro Universitário de Brasília – UNICEUB Taguatinga Campus II, por todo aparato, e as condições necessárias para que tenhamos dias de estudos mais satisfatórios.

Ao Eng.^o Edlamar da Silva Junior, meu supervisor, que me proporcionou um estágio ao qual enriqueceu minha vida profissional, confiou em mim e me deu essa oportunidade de poder trabalhar com uma grande equipe, a EPRA, ele quem me orientou na escolha do tema e me deu todo suporte necessário para a finalização deste trabalho, obrigada por cada dia trabalhado, pela paciência e sabedoria ao me ensinar os serviços diários e cada ensinamento dado, para mim um exemplo de profissional, dedicado e responsável com o que se proporciona a fazer, gratidão. Agradeço a todos os funcionários da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – Caesb do Centro de Gestão Águas Emendadas, aos funcionários do menor ao maior cargo, vocês têm um grande valor para mim, o meu muito obrigado por cada dia.

*“ Donde no puedas
amar, no te demores. ”*

Frida Kahlo

RESUMO

O presente trabalho apresenta um plano de intervenções para a Estação de Tratamento de Água do Plano Piloto (ETA Brasília), com a finalidade de se obter uma melhoria no tratamento da água utilizada para abastecer grande parte da população do Distrito Federal. Fez-se uma análise observacional nos processos de tratamento e verificou-se a necessidade de reforma ou adequação na ETA. Com isso, foram levantadas algumas ações necessárias para a melhoria da mesma. O estudo levou em consideração os dados fornecidos pela Companhia de Saneamento ambiental do Distrito Federal – CAESB, no ano de 2018. A ETA Brasília é muito antiga, sendo construída no início da construção de Brasília, e necessita de reformas e/ou adequações devido ao seu tempo de uso e de modernidades no tratamento de água. Além disso, ocorreram alterações na tipologia das características da qualidade da água captada para a ETA, tais quais, acréscimo de uma nova captação para a ETA de 700 L/s do ribeirão bananal e aumento da captação do manancial do torto, com a finalidade de poupar o manancial de Santa Maria. Considerando os problemas estruturais identificados na ETA Brasília, foi possível constatar que tais interferências podem comprometer a qualidade da água produzida, sendo necessárias, portanto, que as medidas corretivas sejam implementadas.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água. Estação de Tratamento de água. Saneamento básico.

ABSTRACT

The present work presents a plan of interventions for the Water Treatment Station of the Pilot Plan (ETA Brasília) in order to obtain an improvement in the treatment of the water used to supply a large part of the population of the Federal District. An observational analysis was made in the treatment processes and it was verified the necessity of reform or adequacy in the ETA. With this, some actions were taken to improve it. The study took into account the data provided by the Environmental Sanitation Company of the Federal District - CAESB in the year 2018. ETA Brasília is very old, being built in the early days of the construction of Brasília, and needs reforms and / or adjustments due to its time of use and modernities in the treatment of water. In addition, there were changes in the typology of water quality characteristics captured for ETA, such as the addition of a new capture for the 700 l / s ETA of ribeirão bananal and increase of the capture of the manancial torto in order to save the manancial of Santa Maria. Considering the structural problems identified in the Brasília ETA, it was possible to verify that such interferences can compromise the quality of the water produced, so that corrective measures are necessary.

KEYWORDS: Water quality. Water treatment station. Basic sanitation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização dos mananciais abastecedores do Distrito Federal.....	18
Figura 2 - Bacias Hidrográficas Brasileiras	23
Figura 3 - Calha Parshall.....	24
Figura 4 - Vista aérea ETA Brasília	28
Figura 5 - Localização da Unidade de mistura rápida – Calha Parshall	29
Figura 6 - Misturador Hidráulico - Calha Parshall – ETA Brasília.....	30
Figura 7 - Misturador Hidráulico - Calha Parshall – ETA Brasília.....	31
Figura 8 - Planta levantada da Calha Parshall	31
Figura 9 - Planta sobreposta	32
Figura 10 - Localização Flotadores – ETA Brasília	33
Figura 11 - Raspador de lodo – ETA Brasília.....	34
Figura 12 - Transportador de lodo - ETA Brasília.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADASA	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
ETA	Estação de Tratamento de Água
FAD	Flotação por ar dissolvido
ONU	Organização das Nações Unidas

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivo Geral	16
2.2. Objetivos Específicos	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1. Abastecimento de Água	17
3.2. Mananciais Abastecedores do Distrito Federal	17
3.3. Características da água	18
3.3.1. Características Físicas	19
3.3.2. Características químicas	20
3.3.3. Características biológicas	22
3.4. Captação.....	22
3.5. Estação de Tratamento de Água.....	23
4. METODOLOGIA	27
4.1. Revisão Literária	27
4.2. Local de estudo.....	27
4.3. Descrição do sistema de tratamento de água utilizado na ETA Brasília	28
4.4. Diagnóstico – Levantamento dos problemas operacionais	29
4.4.1. Calha Parshall	29
4.4.2. Unidades de Flotação	32
4.4.3. Bocais Difusores	35
5. RESULTADOS - APRESENTAÇÃO DAS MELHORIAS.....	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
7. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

A excelência na qualidade da água é imprescindível para o consumo humano, sendo a água fonte de vida para quase todo ser vivo do planeta Terra. Mas para que essa água chegue às residências, é de grande importância que ela seja captada, tratada e distribuída de forma adequada. As águas captadas chegam à Estação de Tratamento de Água (ETA) na forma bruta, ou seja, essas águas chegam carregadas de bactérias, lixo, lodo e dentre outras impurezas. Toda e qualquer ETA é projetada para um específico tipo de água, sendo avaliadas suas características físicas, químicas e biológicas

Sendo a água o recurso natural renovável mais importante do mundo, pois sem ela a vida não pode existir e a maioria das indústrias não pode funcionar, Von Sperling (2014) afirma, sob a ótica da engenharia, que o conceito de qualidade da água é muito mais amplo do que a simples caracterização da água pela forma molecular H_2O . Nesse sentido, a água assume diversas características e isso pode ser uma das razões pela qual não existe um tratamento universal da água.

Um problema comum, atualmente, são as mudanças nos mananciais em razão de ocupações desordenadas do solo, a deterioração da natureza, o desmatamento e o crescimento urbano descontrolado, os quais vêm ameaçando os mananciais e os reservatórios localizados no Distrito Federal (DF). É o caso, por exemplo, da Barragem do Rio Descoberto, que abastece 65% da população do DF e que vem sendo prejudicado com a ocupação desordenada da cidade de Águas Lindas de Goiás (SENADO FEDERAL, 2014). Contudo, o reservatório do Rio Descoberto não é um caso isolado, pois atualmente já se figuram situações de graves conflitos ambientais quanto a ocupação do solo e uso dos recursos hídricos em todas as principais bacias hidrográficas do Distrito Federal, resultando em alterações da qualidade da água desses mananciais (IBRAM, 2018).

A mudança da qualidade água dos mananciais abastecedores do DF tem implicação direta nas estações de tratamento. Assim, considerando o objeto de

estudo deste trabalho ETA Brasília, pode-se dizer que essa situação também foi observada nessa ETA. Entretanto, em 2017, houve uma alteração na captação da ETA Brasília, com a entrada do Ribeirão Bananal, o que agravou ainda mais a situação dessa estação.

O aproveitamento do Ribeirão Bananal, como fonte de água bruta para abastecimento, teve como objetivo reforçar o Sistema Santa Maria/Torto, de forma a melhorar a oferta de água no Distrito Federal.

Desde 2017, após a utilização do Ribeirão Bananal, a ETA Brasília tem como fonte de fornecimento de água bruta os mananciais Torto, Santa Maria e Bananal, os quais apresentam, frequentemente, água com turbidez, cor e alcalinidade acima da capacidade de tratabilidade da ETA. Apesar dos mananciais estarem localizados em áreas protegidas, eles possuem características restritivas para o tratamento por filtração direta. Enquanto a captação do Torto possui variações na qualidade de água em períodos chuvosos, aumentando assim a turbidez e cor da água, o Lago Santa Maria e Ribeirão bananal apresentam a ocorrência de florescimento sazonal de algas.

É necessário destacar que A ETA Brasília é a segunda maior fonte de distribuição de água tratada para o Distrito Federal, abastecendo as seguintes regiões administrativas (RAs): Asa Sul, Asa Norte, Cruzeiro, Sudoeste, Octogonal, Lago Norte, Paranoá, Itapoã, Lago Sul e Jardim Botânico. Essa ETA tem capacidade de tratamento de 2.800 l/s, abastecendo atualmente cerca de 20,1% da população, representando 27,63% do total de água de abastecimento produzida pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB (SIAGUA, 2014).

Nesse sentido, o presente trabalho tem a finalidade de demonstrar possíveis alternativas de melhorias na estrutura da ETA Brasília, dentro de um novo cenário de qualidade de água, como forma de alcançar melhor eficiência em sua produtividade.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Este trabalho teve por objetivo geral apresentar um diagnóstico dos problemas operacionais na Estação de Tratamento de Água do Plano Piloto (ETA Brasília).

2.2. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, o presente trabalho procurou abordar os seguintes aspectos:

- Detalhar os problemas operacionais na caixa de entrada de água bruta e nos flotadores;
- Apresentar possíveis intervenções na caixa de entrada e nos flotadores da ETA, que possibilitarão melhorar o tratamento da água.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Abastecimento de Água

Um das principais prioridades das populações é a qualidade por sistema de abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas, pela importância do atendimento às suas necessidades relacionadas a saúde e ao desenvolvimento industrial (Tsutiya et al., 2003).

Contudo, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU,2018), estima-se que um bilhão de pessoas carece de acesso a um abastecimento de água suficiente, definido como uma fonte que possa fornecer 20 litros por pessoa por dia a uma distância não superior a mil metros. Essas fontes incluem ligações domésticas, fontes públicas, fossos, poços, nascentes protegidas e a coleta de águas pluviais.

O conceito de abastecimento de água, enquanto serviço necessário à vida das pessoas e das comunidades, insere-se no conceito mais amplo de saneamento [...] (Heller, 2010). Logo, saneamento é um conjunto de atividades relacionadas ao abastecimento de água para consumo humano, manuseio de água pluvial, coleta e tratamento de esgoto, controle de doenças e pragas.

O tratamento deve ser de grande precisão para que a população receba uma água com qualidade para consumo. Os sistemas de abastecimento de água, quando são construídos e operados inadequadamente, não são garantias de saúde para população (TSUTIYA, et al., 2003).

3.2. Mananciais Abastecedores do Distrito Federal

O sistema de abastecimento de água do Distrito Federal é constituído por cinco sistemas produtores: Descoberto, Torto-Santa Maria, Sobradinho - Planaltina, Brazlândia e São Sebastião (ADASA, 2018). A Figura 1 mostra a localização dos principais mananciais que abastecem o DF.

Figura 1 - Localização dos mananciais abastecedores do Distrito Federal



Fonte : Geoportal, SEGETH - 2018

Os sistemas Descoberto e Torto/Santa Maria possuem duas principais ETAs (Descoberto e Brasília) e são interligados na distribuição de água tratada. O déficit hídrico e as obras identificadas para atender as demandas futuras do DF está em sintonia com os resultados da revisão do Plano Diretor de Água e Esgoto do DF e Entorno Sul/2000, realizado pela CAESB.

3.3. Características da água

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas (Von Sperling, 2014).

3.3.1. Características Físicas

As características físicas, em alguns casos, são parcialmente acessíveis de se determinar e alguns parâmetros podem ser observados por qualquer pessoa.

3.3.1.1. Temperatura

A temperatura da água e dos fluídos em geral, indica a magnitude da energia cinética do movimento aleatório das moléculas e sintetiza o fenômeno de transferência de calor a massa líquida (LIBÂNIO, 2008).

3.3.1.2. Cor

De acordo com Souza e Walterler (2007, p. 18), a cor é provocada pela presença de impurezas na água que se encontram em suspensão fina, em estado coloidal ou ainda em solução, constituindo partículas com diâmetros variando de 1 mp (1 milimícron) a 1 p (1 micron) e só podem ser observadas através de microscópios de grande capacidade.

3.3.1.3. Turbidez

A turbidez como característica física acaba por se constituir em uma interferência da concentração de partículas suspensas na água, obtida a partir da passagem de um feixe de luz através da amostra, sendo expressa por unidades de turbidez (uT) (LIBÂNIO, 2008).

3.3.1.4. Sabor e Odor

Di Bernardo (2017, p. 48) descreve sabor e odor como características de difícil avaliação por serem de sensações subjetivas. Podem ocorrer pela presença de contaminantes químicos naturais orgânicos e inorgânicos, microrganismos aquáticos, contaminação por produtos de corrosão ou

resultantes da oxidação ou combinação de cloro com substâncias específicas presentes na água.

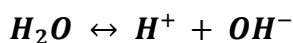
3.3.2. Características químicas

Dentre as características químicas existentes, é importante destacar os seguintes itens:

3.3.2.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala antilogarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14 (Von Sperling, 2014).

A intensidade de acidez ou de alcalinidade de uma amostra é medida na escala de pH, que, na verdade, indica a concentração de íons de hidrogênio presente, de acordo com a seguinte indicação:



3.3.2.2. Dureza

A dureza da água é caracterizada pela presença de substâncias que reagem com a água, causando a precipitação do sabão e impedindo a formação de espuma (Souza, 2007).

3.3.2.3. Ferro e Manganês

O ferro e manganês estão presentes nas formas insolúveis (Fe^{3+} e Mn^{4+}), numa grande quantidade de tipos de solos. Na ausência de oxigênio dissolvido, eles apresentam uma forma solúvel reduzida (Fe^{2+} e Mn^{2+}) (Sperling, 2014).

3.3.2.4. Alcalinidade

Quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. É uma medição da capacidade de a água neutralizar os ácidos (capacidade de resistir às mudanças de pH: capacidade tampão) (Sperling, 2014).

3.3.2.5. Nitrogênio

Libânio (2008, p. 39) comenta sobre o nitrogênio: constitui, junto com o fósforo, nutriente essencial ao crescimento de algas e plantas aquáticas, facilmente assimilável nas formas de amônio e nitrato [...]. O nitrogênio na forma de amônia, predominante em águas de alcalinidade elevada, é tóxico para a maioria das espécies de peixes.

3.3.2.6. Fósforo

O fósforo ocorre em águas naturais praticamente na forma de fosfatos, os quais são classificados como ortofosfatos, fosfatos condensados e fosfatos ligados a compostos orgânicos, e podem estar presentes na forma solúvel e particulada [...] (Di Bernardo, 2017).

3.3.2.7. Cloretos

Todas as águas naturais, em maior ou menor escala, contêm íons resultantes da dissolução de minerais. Os cloretos (Cl^-) são advindos da dissolução de sais (ex: cloretos de sódio) (Von Sperling, 2014).

3.3.2.8. Fluoretos

O íon fluoreto pode ocorrer naturalmente na água ou ser adicionado na água filtrada para prevenção de cáries em crianças. Pode causar fluorose, se a concentração de F for elevada (Di Bernardo, 2017).

3.3.2.9. Oxigênio Dissolvido

Von Sperling (2008, p. 39) comenta que o oxigênio dissolvido é de essencial importância para os organismos *aeróbios* (que vivem na presença de oxigênio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos.

3.3.3. Características biológicas

Os organismos vivos exercem papéis importantes em muitos aspectos no controle de qualidade da água. A análise bacteriológica da água fornece um aspecto considerável sobre sua qualidade. Exercendo diversas funções de grande importância, os micro-organismos atuam principalmente com a matéria dos ciclos biogeoquímicos.

Outro aspecto de grande relevância em termos de qualidade biológica da água é relativo à possibilidade da transmissão de doenças (Von Sperling, 2014).

3.4. Captação

Existem dois tipos de captação de água, que são as águas superficiais e as águas subterrâneas. Mas nem sempre essas fontes estão separadas. As águas superficiais são aquelas que escoam na superfície sob a ação da gravidade, também são a de mais fácil captação, sendo captada de rios, lagos e canais. As águas subterrâneas têm uma certa dificuldade para que sua captação seja realizada. Obviamente que nem toda água que é acondicionada no solo pode ser captada em condições viáveis economicamente.

As águas superficiais que estão inseridas dentro de uma bacia hidrográfica que, de acordo com Souza (2007), é formada pelo ciclo hidrológico e é definida como uma área drenada total ou parcialmente por um curso d'água

ou por um sistema conectado de cursos de água. A Figura 2 apresenta as principais bacias hidrográficas brasileiras.

Figura 2 - Bacias Hidrográficas Brasileiras



Fonte: <https://rachacuca.com.br/educacao/geografia-do-brasil/bacias-hidrograficas-brasileiras/>

Em relação a sua deslocabilidade, as águas superficiais são sempre renovadas em sua quantidade, enquanto que as águas subterrâneas podem levar muito tempo, devido à acumulação em seu aquífero, sendo que sua renovação é muito mais lenta, principalmente nas camadas mais profundas.

3.5. Estação de Tratamento de Água

Souza (2007) retrata estação de tratamento como uma unidade do sistema de abastecimento de água responsável pelo enquadramento da água a ser fornecida a população nos padrões de potabilidade.

Basicamente, quando se define o tratamento de água, entende-se que é uma sequência de operações que, associadamente, consistem em melhorar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne apropriada para o consumo humano.

O tratamento da água designada ao consumo humano tem por designo básico fazer com que essa água seja segura, do ponto de vista de potabilidade, ou seja, tratamento da água tem a finalidade de retirar as impurezas prejudiciais e nocivas à saúde.

A seguir alguns das etapas para o tratamento de água da ETA Brasília.

3.5.1. Calha Parshall – Mistura rápida

Conforme a NBR 12.216 (ABNT, 1992), a mistura rápida (Calha Parshall, Figura 3) é a operação destinada a dispersar os produtos químicos na água a ser tratada. Além de promover a mistura em um tempo adequado, também possibilita a medição da vazão.

Figura 3 - Calha Parshall



Fonte: <https://tracomfrp.com/top-causes-open-channel-flow-errors/>

Como já ressaltado, a finalidade da mistura rápida é de dispersar os coagulantes uniformemente na massa líquida, de tal maneira que cada litro de

água que será tratado receba aproximadamente a mesma quantidade de reagente no menor tempo possível.

Nesta etapa, as impurezas presentes na água são agrupadas pela ação do coagulante, em partículas maiores (flocos) que possam ser removidas pelo processo de decantação (CAESB, 2018).

3.5.2. Decantação/Flotação

Os flocos formados são separados da água pela ação da gravidade em tanques, normalmente de formato retangular (CAESB, 2018). Essas águas floculadas são encaminhadas para os decantadores, onde após processada a sedimentação, a água já decantada é coletada por calhas superficiais, sendo separada do material sedimentado junto ao fundo das unidades gerando o lodo, onde predominam impurezas coloidais, matéria orgânica, hidróxido de Alumínio e/ou de Ferro e dentre outras impurezas.

Quando não for possível a utilização de decantadores, em virtude da qualidade da água bruta, pode-se fazer uso do flotador. No tratamento de água e efluentes, o papel da flotação é separar líquidos de sólidos com microbolhas de ar que levam as impurezas suspensas à superfície. No sistema de flotação, os flocos provenientes dos floculadores, flutuam e são removidos por meio de raspadores de lodo.

3.5.3. Filtração

A filtração é um processo físico em que a água atravessa um leito filtrante, em geral areia ou areia e carvão, de modo que partículas em suspensão sejam retidas, produzindo um efluente mais limpo.

Souza (2007) afirma que as unidades de filtração são responsáveis pela retenção das partículas existentes na água que não foram removidas pela decantação.

3.5.4. Desinfecção

Após a filtração, a água recebe a adição de cal, que corrige o pH, a desinfecção por cloro e a fluoretação. Após a pós-cloração (que é a fase em que acontece a desinfecção por cloro) a água estará própria para consumo.

Desinfecção é um processo de eliminação dos micróbios patogênicos de uma água para consumo humano ou industrial (SOUZA, 2007).

Normalmente são utilizados em abastecimento público os seguintes agentes desinfetantes, em ordem de frequência: cloro, ozona, luz ultravioleta e íons de prata (CAESB, 2018).

A Companhia de Saneamento do Distrito Federal utiliza como agente desinfetante o cloro na sua forma gasosa, que é dosado na água através de equipamentos que permitem um controle sistemático de sua aplicação.

3.5.5. Fluoretação

O flúor é adicionado à água na forma de ácido fluorsilícico, fluorsilicato de sódio, fluoreto de sódio ou fluoreto de cálcio (fluorita), para agir preventivamente contra a decomposição do esmalte dos dentes (Pádua, 2014). A Caesb utiliza como agentes fluoretantes em suas unidades de tratamento o fluossilicato de sódio e o ácido fluossilícico. A dosagem média utilizada de íon fluoreto é de 0,8 mg /L (miligramas por litro), de acordo com a temperatura local (CAESB, 2018).

4. METODOLOGIA

Visando alcançar os objetivos deste trabalho, foram utilizados os seguintes procedimentos:

- Revisão da literatura de acordo com o tema abordado;
- Dados fornecidos pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB.

4.1. Revisão Literária

Para a conclusão desta etapa, foram pesquisadas as literaturas técnicas que abordassem o tema de tratamento de água e suas etapas.

4.2. Local de estudo

A Estação de Tratamento de Água do Plano Piloto – ETA Brasília está localizada no SAIN – Plano Piloto – Atrás do Palácio do Buriti, a Figura 4 mostra sua vista aérea. As coordenadas geográficas da unidade de tratamento são as seguintes:

- Latitude: 15° 46' 39" S
- Longitude: 47° 54' 23" W

Figura 4 - Vista aérea ETA Brasília



Fonte: Geoportal , SEGETH, 2018 -
<https://www.geoportal.segeth.df.gov.br/mapa/#>

4.3. Descrição do sistema de tratamento de água utilizado na ETA Brasília

A flotação é o tratamento recomendado para ETA Brasília, pois a água bruta da unidade possui elevada quantidade de algas e baixa concentração de sólidos. Neste caso a flotação apresenta vantagens sobre o sistema de decantação por gravidade, pois facilita a remoção de flocos leves produzidos após a coagulação e a floculação.

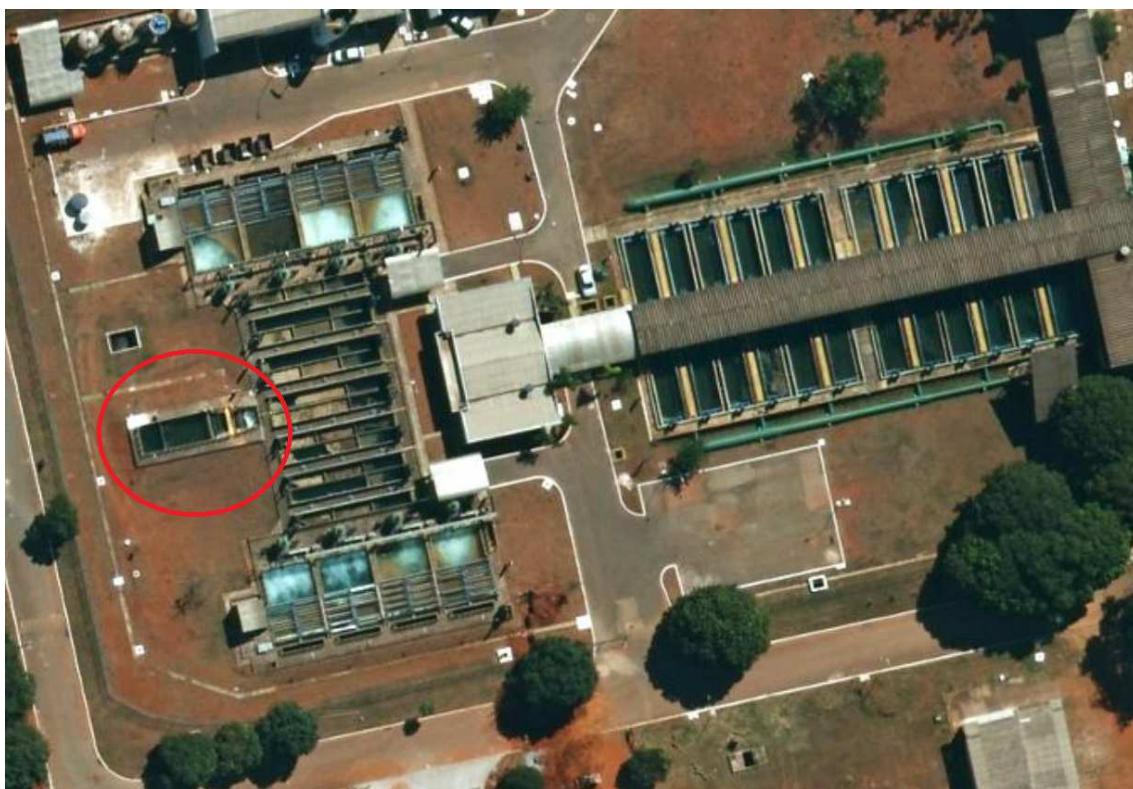
O sistema de filtração direta (sem utilização dos flotadores) é uma alternativa operacional da ETA Brasília, porém sua utilização será apenas em casos especiais, como por exemplo, quando o sistema de flotação estiver fora de operação ou quando estudos e necessidades operacionais assim exigirem.

4.4. Diagnóstico – Levantamento dos problemas operacionais

4.4.1. Calha Parshall

A Calha Parshall da ETA Brasília (Figura 5) possui 2,40 m de garganta, com um campo de medição que varia entre 130,7 a 3.950 L/s. Essa calha proporciona um tempo de mistura ao redor de 1 segundo a um gradiente de velocidade $900 \text{ s}^{-1} < G < 1500 \text{ s}^{-1}$. O ponto de aplicação do coagulante é localizado, consecutivamente, antes da formação do ressalto hidráulico, resultando, assim, numa dispersão instantânea e mais uniforme.

Figura 5 - Localização da Unidade de mistura rápida – Calha Parshall



Fonte: Geoportal, SEGETH, 2018 <

<https://www.geoportal.segeth.df.gov.br/mapa/>>

Em análise observacional, foi constatado na unidade de mistura rápida (Calha Parshall) que a canaleta de distribuição de solução de polímero (aniônico), situada no final da calha (Figuras 6 e 7), encontrava-se desnivelada.

Visto a necessidade do nivelamento dessa calha, fez-se a correção para obtenção de mistura uniforme da solução de polímero na água afluyente aos floculadores.

Figura 6 - Misturador Hidráulico - Calha Parshall – ETA Brasília



Fonte: CAESB, 2018

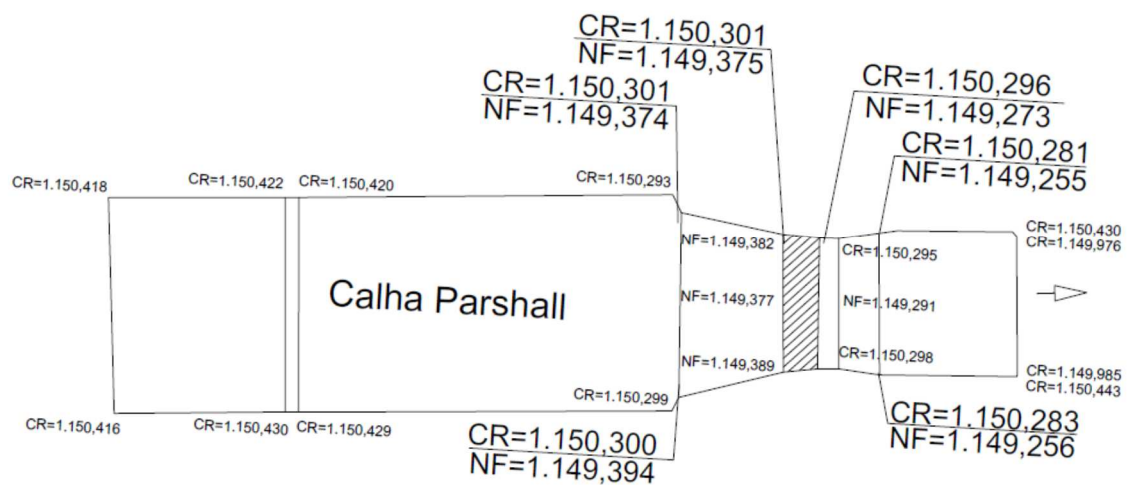
Figura 7 - Misturador Hidráulico - Calha Parshall – ETA Brasília



Fonte: CAESB, 2018

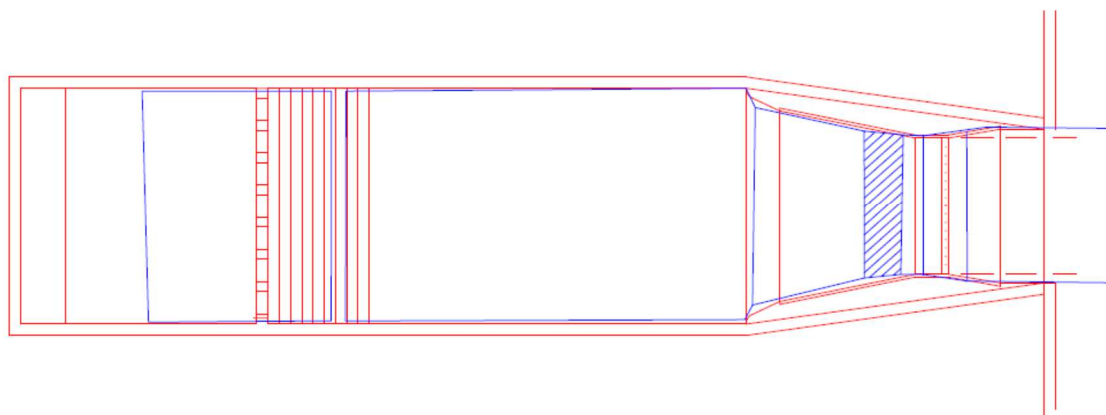
A seguir, na Figura 8, pode ser observada a planta levantada da calha Parshall e, na sequência, segue a Figura 9, que se refere à planta sobreposta.

Figura 8 - Planta levantada da Calha Parshall



Fonte: CAESB, 2017

Figura 9 - Planta sobreposta



Fonte: CAESB, 2017

Em relação à Figura 9, ressalta-se que as linhas em vermelho representam o projeto original, enquanto que as linhas em azuis representam o projeto implantado. A mudança de implantação do projeto original pode ter causado interferência na mistura rápida, prejudicando o processo de coagulação.

4.4.2. Unidades de Flotação

De acordo com os registros da CAESB (2018), o projeto original do sistema de clarificação por flotação previa inicialmente a construção de 12 flotadores (Flotadores por ar dissolvido – FAD). No entanto, acabaram sendo construídos oito unidades FAD (4 do lado sul e 4 do lado norte), dimensionadas para operar cada uma delas com 350 L/s.

Os floculadores encontram-se logo após a calha Parshall, como pode ser observado na Figura 10, sendo alimentados pelo canal de água coagulada.

Figura 10 - Localização Flotadores – ETA Brasília



Fonte: Geoportal, SEGETH, 2018

<<https://www.geoportal.segeth.df.gov.br/mapa/>>

No sistema de flotação, os flocos, gerados nos floculadores, flutuam e são removidos por meio de raspadores de lodo. Os flotadores estão dispostos em quatro unidades para o bloco ímpar e quatro para o bloco par. O tempo de detenção média no processo de flotação é de 15 minutos apenas. O lodo flotado é arrastado em direção à saída do flotador pela atuação do fluxo da água, e sua remoção é feita por raspadores superficiais (Figura 11), do tipo esteira, com velocidade variável. O lodo removido cai em uma canaleta lateral e é conduzido por transportadores do tipo parafuso (Figura 12) aos tanques de lodo flotado, dotados de misturadores do tipo turbina. Posteriormente, o lodo é bombeado para as centrífugas, para posterior desidratação. Cada tanque de flotação possui sistema de reciclo de água e pressurização de ar, constituídos basicamente por:

- 1 bomba de reciclo de água clarificada.
- 1 tanque de saturação.
- 1 sistema de descompressão (difusores).

A bomba de reciclo é do tipo deslocamento positivo (NEMO de cavidades progressivas) que possibilita, de maneira fácil e precisa, o ajuste da vazão de reciclo à pressão de saturação desejada.

No tanque de saturação é utilizada água clarificada em conjunto com ar comprimido para a criação das microbolhas que arrastam os flocos para cima.

O sistema de descompressão é constituído por difusores dotados de bocais injetores com orifícios calibrados para realizar uma quebra de pressão. O ar-comprimido é fornecido por dois compressores rotativos de alta pressão e armazenados em dois tanques pulmão. Um pulmão está localizado próximo aos flotadores pares e o outro próximo aos flotadores ímpares.

Figura 11 - Raspador de lodo – ETA Brasília



Fonte: CAESB, 2018

Figura 12 - Transportador de lodo - ETA Brasília



Fonte: CAESB, 2018

Um problema verificado na unidade de flotação é a inexistência de uma cobertura, pois em períodos chuvosos, a chuva rompe o equilíbrio do lodo flotado.

4.4.3. Bocais Difusores

Os bocais difusores são parte fundamental de um sistema de flotação por ar dissolvido (FAD), pois, em conjunto com a câmara saturação, são responsáveis pela produção de microbolhas de ar na faixa de tamanhos requerida (de 0,010 a 0,100 mm), para que o processo de aderência das microbolhas aos flocos ocorra de maneira correta.

Porém, os bocais existentes nos flotores da ETA Brasília foram confeccionados sem a previsão de uma proteção na frente dos orifícios, como é recomendável para tal tipo de difusor, o que pode causar problemas relacionados tanto com relação à faixa de tamanhos de microbolhas produzidas, como também quanto ao completo desprendimento de todo o ar previamente dissolvido na água originária da câmara de saturação. Podendo provocar queda na eficiência global do sistema FAD.

Verificou-se que o antigo sistema de bocais difusores foi confeccionado em tubulação de PVC, que é um material mais passível a exaustão devida às vibrações originárias da despressurização repentina que ocorre nos bocais. Contudo, isso tem provocado rupturas frequentes nas tubulações que alimentam os bocais, que também foram confeccionadas em PVC.

Algumas unidades de flotação apresentavam pouca uniformidade na distribuição do manto branco de microbolhas de ar ao longo da superfície da zona de separação dos flotores. Tais sintomas indicam a necessidade de se projetar e implantar um novo sistema de bocais difusores com orifícios fixos.

5. RESULTADOS - APRESENTAÇÃO DAS MELHORIAS

Tendo em vista a análise realizada, foi sugerido as seguintes ações para o melhor desempenho da ETA Brasília, conforme pode ser observado nos próximos itens.

5.1. Caixa de entrada

Apesar das larguras e dimensões em planta da Calha Parshall não apresentarem grandes distorções, em relação ao projeto, a sobreposição da projeção levantada no projeto original identifica que houve uma significativa redução da distância da cortina defletora perfurada até o início da Calha Parshall, o que pode refletir na correta distribuição da massa líquida na mistura rápida, prejudicando a homogeneidade da mistura final. Segundo o projeto original, essa distância deveria ser de 8,50 m, mas o levantamento realizado demonstra que na realidade tal distância é de 7,11 m.

Sendo aconselhável a minimização do efeito decorrente da redução do comprimento do canal de montante, talvez uma segunda cortina defletora, ou mesmo a modificação do número de orifícios da cortina existente sejam alternativas para corrigir o problema identificado na caixa de entrada.

5.2. Flotador

A adequação necessária na unidade de flotação seria a inserção de uma cobertura metálica, pois em períodos chuvosos, a chuva rompe o equilíbrio do lodo flotado, sustentado pelas microbolhas agregadas que garantem a flutuação, ampliando os flocos que serão carregados na água clarificada e também o lodo decantado.

Sendo uma cobertura com fechamentos parciais nas laterais, mantendo a ventilação e a dissipação de possíveis odores, bem como a iluminação, a cobertura deve ser alta o suficiente para superar as luminárias existentes

Por ocasião de chuvas, a estabilidade dessa camada de lodo superficial pode ser quebrada devido ao choque das gotas de chuva com tal camada de

lodo. Tal fenômeno pode fragmentar parcela do lodo, podendo causar o desprendimento do ar aprisionado na estrutura desses fragmentos, e, a queda dos mesmos em direção aos tubos coletores de água clarificada. Como resultado, tem-se um aumento significativo na turbidez do efluente dos flotadores. Assim, é de extrema importância que o projeto contemple a implantação de um sistema de cobertura para as unidades FAD da ETA Brasília.

5.3. Bocais Difusores

Tendo em vista os problemas apresentados no item 4.4.3, foi proposto um novo sistema de bocais difusores, contendo proteção (Anteparo) na saída dos orifícios e confeccionados completamente em aço inoxidável, com a inclusão dos tubos que alimentam esses bocais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em vista dos problemas apresentados, observa-se que é necessária uma adequação a ETA Brasília, já que problemas atuais não são decorrentes apenas do seu tempo de uso. Outros fatores, como por exemplo, a inserção de novos mananciais, também favoreceram para alterar a trabalhabilidade da ETA.

O trabalho limitou-se a abordar problemas estruturais que possam prejudicar o funcionamento da ETA. Portanto, não foram adicionados parâmetros da qualidade da água, como turbidez, pH, alcalinidade dentre os demais.

Como descrito, a qualidade da água é de grande importância, pois influencia na saúde das pessoas. Logo, considerando os problemas estruturais identificados na ETA Brasília, foi possível constatar que tais interferências podem comprometer a qualidade da água produzida, sendo necessárias, portanto, que as medidas corretivas sejam implementadas.

7. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando a importância de uma ETA e de seu ótimo desempenho, e levando em consideração o tempo de uso da ETA Brasília e suas novas inserções, recomenda-se, para trabalhos futuros, um estudo referente aos filtros, bem como aos demais componentes da ETA que serão modificados, como por exemplo, os flotadores e floculadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADASA. *Resultado da Pesquisa de Satisfação*. Distrito Federal, 2016.
Disponível em:< <http://www.adasa.df.gov.br/abastecimento-de-agua-e-esgoto/regulacao/resultados-da-pesquisa-de-satisfacao-2016-2017>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

ANA. *Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água*. Distrito Federal, 2010.
Disponível em:
<<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=1>>.
Acesso em: 03 de jul. 2018.

CAESB. *Como a Água é Tratada*. Distrito Federal, 2018. Disponível em:
<<https://www.caesb.df.gov.br/como-a-agua-e-tratada.html>>. Acesso em: 26 jun.2018.

DI BERNARDO, Luiz; DI BERNARDO DANTAS, Angela; VOLTAN NOGUEIRA, Paulo Eduardo. *Métodos e Técnicas de Tratamento de Água*. São Carlos, São Paulo. EDITORA LDIBE, 2017.

HELLER, Léo; LÚCIO, Valter. *Abastecimento de água para consumo humano*. Belo Horizonte, Minas Gerais - UFMG, 2010.

IBRAM. *Recursos Hídricos*. Distrito Federal, 2018. Disponível em:
<<http://www.ibram.df.gov.br/recursos-hidricos/>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

LIBÂNIO; Marcelo. *Fundamentos de Qualidade e Tratamento de água*. Campinas, São Paulo – Editora Átomo, 2008.

ONUBR. *A ONU e a água*. 2018. Disponível em:
<<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em: 26 mai. 2018.

SENADO FEDERAL. *Crescimento desordenado e poluição põem Brasília em alerta*. Distrito Federal, 2014. Disponível em:<<https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/escassez-de-agua/desperdicio-e-poluicao-poluidos-rios-urbanos-nao-ajudam-no-abastecimento/crescimento-desordenado-e-poluicao-poem-brasilia-em-alerta>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

SISAGUA. *Sinopse do Sistema de Abastecimento de Água do Distrito Federal*. Distrito Federal, 2014. Disponível em: <<http://sisagua.saude.gov.br/sisagua>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

SOUZA, Walterler. *Tratamento de Água*. Natal, Rio Grande do Norte. CEFET/RN, 2007.

TSUTIYA, Milton. *Abastecimento De Água*. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte, Minas Gerais: UFMG, 2014.

Home Page <<https://tracomfrp.com/top-causes-open-channel-flow-errors/>>
TRACOM FBERGLASS PRODUCTS . Acessado em 17 de julho 2018